

# Die Mission E

*Dieser Artikel gibt den Stand zum Zeitpunkt seiner Veröffentlichung wieder. Der Inhalt kann inzwischen veraltet sein.*

30/07/2018 Neuland betreten und sich gleich an die Spitze setzen. Alles anders machen und doch die klassischen Porsche-Tugenden für das Elektrozeitalter erschließen. Nicht mehr und nicht weniger erwartet die Welt vom ersten rein elektrisch angetriebenen Porsche, wenn er 2019 vorgestellt wird. Ein Dossier zum Thema E-Mobilität.

**> 500 km**
Der Taycan ist nicht nur sportlich, sondern mit mehr als 500 Kilometer Reichweite auch alltagstauglich.

**> 440 kW**
bringt der Taycan mit zwei permanent-erregten Synchronmotoren (PSM) auf die Straße.

**800 V**
beträgt die Spannung, mit der die Komponenten des Antriebssystems des Taycan arbeiten.

**< 3,5 s**
braucht der Taycan von 0 auf 100 km/h.
Das enorme Drehmoment ab der ersten Umdrehung sorgt für die sportliche Beschleunigung.

## → Die Situation

Mehr Klimaschutz, neue Märkte, weniger Abhängigkeit von fossilen Energieträgern: Mobilität und besonders der Automobilbau werden neu gedacht. Die Weiterentwicklung der Elektromobilität ist ein zukunftsweisendes Thema der Industrie weltweit. Sie ist der Schlüssel zu klimafreundlicher Mobilität. Ein wichtiger Treiber sind politische Vorgaben. Die europäischen Autobauer müssen bis 2020 im Schnitt mit ihrer Flotte bei Neuwagen einen Kohlendioxidausstoß von nur noch 95 Gramm Kohlendioxid pro Kilometer erreichen.

Tatsächlich steigt die weltweite Zahl der Elektroautos sprunghaft. Bis Anfang 2018 erhöhte sich ihr Bestand auf rund 3,2 Millionen. Das entspricht einem Plus von 55 Prozent im Vergleich zum Vorjahr. Gezählt werden dabei alle Fahrzeuge, die mit Strom geladen werden, also auch Plug-in-Hybride. Getrieben wird der Markt vor allem von China. Dort fahren derzeit mehr als 1,2 Millionen E-Mobile. Allein 2017 kamen 579.000 hinzu. In den USA stieg die Zahl 2017 um 195.000 auf mehr als 750.000. Deutschland schneidet vergleichsweise schlecht ab. Dennoch gab es einen Anstieg um 54.490 auf 92.740 Autos. Ihr Anteil an allen Neuzulassungen lag bei 1,6 Prozent. Bleibt die Wachstumsrate annähernd auf dem Niveau von 2017, wird die Zahl der jährlichen Neuzulassungen von E-Autos 2025 bei weltweit mehr als 25 Millionen liegen.

Für Porsche ist die Zukunft elektrisch. Das Unternehmen will schneller auf Elektromobilität umsteigen als alle anderen deutschen Autohersteller. Im Jahr 2025 soll jeder zweite verkaufte Porsche einen Elektroantrieb besitzen. Als erstes Elektromodell wird Porsche 2019 den Sportwagen Taycan auf den Markt bringen. Kalkuliert ist derzeit eine Stückzahl von rund 20.000 Einheiten pro Jahr. Das entspricht etwa zwei Dritteln der aktuellen Verkaufszahlen des 911.

## → Die Herausforderungen

Die politischen Richtwertevorgaben im Bereich Stickoxide und CO2 treiben die Elektrifizierung im Automobilbau ebenso voran wie die Urbanisierung. Die Welt wird städtisch – allerorts. Seit 2007 leben genauso viele Menschen in Städten wie auf dem Land. In Teilen Asiens und Afrikas erreicht die Verstädterung Höchstgeschwindigkeit. Megastädte wie Tokio, Mumbai oder Shanghai sind Zeichen fortschreitender Urbanisierung.

Die Auswirkungen für die Automobilindustrie sind immens. Die wichtigste Aufgabe für Porsche ist es, diese Veränderungen mitzugestalten – mit Fahrzeugen, die sportlich sind, einzigartig im Design und alltagstauglich dank hoher Reichweite. Die Herausforderungen: Wie entsteht ein E-Auto, das bei Performance und Effizienz, bei Fahrdynamik und Alltagstauglichkeit neue Maßstäbe setzt? Wie kann

das Gewicht der Batterien kompensiert werden? Wodurch kann sich ein E-Fahrzeug wie ein typischer Porsche anfühlen?

## → Der Porsche-Weg

Die Ingenieure in Weissach haben für den ersten rein elektrischen Porsche ein Antriebskonzept entwickelt, das dem Prinzip „Intelligent Performance" folgt – einem Grundsatz, der in jedem Porsche steckt. „Wir haben uns beim Taycan für permanent-erregte Synchronmotoren (PSM) entschieden", sagt Antriebsprojektleiter Heiko Mayer. „Sie verbinden hohe Leistungsdichte mit starker Dauerleistung und maximaler Effizienz." Zwei solcher Synchronmotoren, ähnlich wie sie beim Le-Mans-Sieger 919 Hybrid eingesetzt wurden, erzeugen eine Drehbewegung, die jederzeit abgerufen werden kann. Dies geschieht, indem ein ständig magnetisierter Rotor vom magnetischen Feld des Stators in eine Drehbewegung gezwungen wird.

PSM-Elektromotoren sind die Turbos unter den E-Aggregaten. Sie bestechen durch eine sehr hohe Dauerleistung und höchste Effizienz. Ein Motor treibt beim Taycan die Hinterachse an, der andere die Vorderräder. Gemeinsam haben sie mehr als 440 kW (600 PS) und werden aus Akkus gespeist, die für 500 Kilometer Reichweite sorgen sollen. In deutlich weniger als 3,5 Sekunden beschleunigen sie den Taycan auf Tempo 100 und in unter 12 Sekunden auf 200 km/h. Die PSM-Antriebe setzen elektrische Energie sehr effizient, gleichmäßig und mit hoher Dauerleistung in Leistung um, entwickeln dabei aber relativ wenig Wärme. Auch ein Porsche mit E-Antrieb ist natürlich rundstreckentauglich.

Darüber hinaus erlauben die PSM-Motoren eine sehr kompakte Bauform. Mayer: „Damit können bei gleichen Leistungsdaten die Motoren und die Batterien kleiner und leichter ausgelegt werden." Um noch mehr Platz zu sparen, sind die Magnetspulen der E-Motoren in der sogenannten Hairpin-Technologie ausgeführt. „Die Drähte, aus denen die Spulen bestehen, sind nicht rund, sondern rechteckig geformt", erklärt Naser Abu Daqqa, Leiter elektrische Antriebe bei Porsche. „Somit können die Drähte enger anliegen, wodurch mehr Kupfer in die Spulen-Maschinen gebracht wird – Leistung und Drehmoment steigen dadurch bei gleichem Volumen." Auf Effizienz getrimmt ist auch die Leistungselektronik des Taycan. Die Wechselrichter, die Gleichspannung der Batterie in Wechselspannung für den Elektromotor umwandeln, arbeiten nicht wie üblich mit einer festen, sondern mit einer stufenlos variablen Taktfrequenz. „Somit läuft der Elektromotor immer im besten Betriebspunkt", erläutert Mayer. Intelligente Performance liefert außerdem das Kühlsystem. Temperatursensoren erfassen den Kühlbedarf in Echtzeit. Eine Software sorgt dafür, dass das Kühlwasser sofort an die richtigen Stellen gebracht wird. Tritt der Fahrer das Gaspedal durch, läuft auch die Kühlung auf Hochtouren und sorgt für konstante Leistung.

**Reichweite**
ist für Käufer von E-Autos eines der wichtigsten Kriterien.

**20 bis 40 °C**
beträgt die optimale Betriebstemperatur für einen Lithium-Ionen-Akku.

**6 Mrd.**
Euro wird Porsche bis 2022 in die Elektromobilität investieren.

**4 V**
Spannung hat jede einzelne Zelle eines 800-Volt-Akkus.

**100 %**
Ökostrom setzt Porsche an seinen deutschen Produktionsstandorten ein.

**→ Die Situation**

Batterien sind das Herzstück elektrisch angetriebener Fahrzeuge. Im Vergleich zu Verbrennungsmotoren gelten E-Autos jedoch als teurer und sind aufgrund ihrer geringeren Reichweite und der heute noch unzureichenden Infra- und Versorgungsstruktur allgemein nur eingeschränkt akzeptiert. Auch die Sicherheit der Akkus bereitet manchen Autokäufern Bauchschmerzen. Die Technik der Batterien ist komplex und stellt die Hersteller vor neue Herausforderungen. Die Anforderungen an die Batterien für den Einsatz in E-Modellen sind sehr hoch.

„Reichweite ist für Käufer von E-Autos eines der wichtigsten Kriterien", sagt Otmar Bitsche, Leiter E-Mobility bei Porsche. Aktuell sind Hochvoltbatterien der neuesten Lithium-Ionen-Technologie der Maßstab. Ihr spezifischer Energieinhalt liegt aktuell bei rund 270 Wattstunden pro Kilogramm (Wh/kg). Vergleichbar mit der Entwicklung bei Mobiltelefonen und ihren Akkus erlebt die Batterietechnologie kontinuierliche Entwicklungsfortschritte von bis zu fünf Prozent pro Jahr.

Die wachsende Bedeutung der Elektromobilität motiviert Entwickler weltweit, um die bestmöglichen Lösungen zu ringen: Geforscht wird sowohl an der Optimierung der bestehenden Lithium-Ionen-Technologie mit neuartigen Materialien als auch an komplett neuen Batterietechnologien auf Basis von Festkörper-Elektrolyten.

## → Die Herausforderungen

Drei wesentliche Faktoren bestimmen die Entwicklung. Erstens: das Gewicht. Zweitens: die Temperatur. Drittens: die Verfügbarkeit der Rohstoffe. Theoretisch sind schon heute Reichweiten von mehr als 500 Kilometer möglich, allerdings mit einem Handicap: das Gewicht der Kraftpakete. Lithium-Ionen werden deshalb möglichst eng gepackt. Je mehr in einen Akku passen, umso mehr Elektronen und damit mehr Energie können auf demselben Raum gespeichert werden. Dafür werden physikalische und chemische Prozesse auf Atom- und Molekularebene in der Zelle verändert. Außerdem arbeitet eine Batterie nur bei optimalen Temperaturen perfekt, ein Lithium-Ionen-Akku am besten zwischen 20 und 40 Grad Celsius. Das gilt gleichermaßen für das Laden wie für den Fahrbetrieb. Schließlich gibt es noch zwei weitere zentrale Herausforderungen für die Automobilhersteller: die ausreichende Verfügbarkeit der Rohstoffe sowie deren nachhaltige Gewinnung. Auf beides bereitet sich Porsche bereits intensiv vor.

## → Der Porsche-Weg

Geschwindigkeit statt Gewicht – das Motto aus Weissach. Statt schwere Akkus zu verbauen, setzt Porsche auf schnelles Laden. Dazu fließt Strom durch rund 400 Zellen, die seriell und parallel verschaltet sind. Jede einzelne Zelle hat eine Spannung von etwa 4 Volt. Gesteuert vom Batteriemanagement, entsteht so – vereinfacht ausgedrückt – der 800-Volt-Akku. „Dabei war es eine große Herausforderung, die enorme Batterieleistung sowohl beim Laden als auch beim Entladen über den gesamten Temperaturbereich sicherzustellen", sagt Nora Lobenstein, Leiterin für alle Energiespeichersysteme bei Porsche. Die Lösungen sind ein intelligentes Ladeprotokoll und ein effizientes Wärmetauschsystem, das die Akkus schnell auf Betriebstemperatur bringt und bei hoher Beanspruchung – also bei hohem Leistungsabruf oder beim Schnellladen – zuverlässig kühlt. Ziel des Porsche-Schnellladesystems: 400 Kilometer Reichweite tanken in gut 15 Minuten. Lohn der 800-Volt-Technik sind neben kurzen Standzeiten beim Laden auch dünnere Kabel im Auto. Das spart Gewicht.

Damit ist für Lobenstein das Thema Akku noch nicht erledigt. Denn Nachhaltigkeit ist in Weissach mehr als ein Marketingbegriff. Deshalb forschen Porsche-Entwickler bereits intensiv daran, wie Batterien künftig wiederverwendet werden können. Grundsätzlich gilt: Ein Porsche hat einen extrem langen Lebenszyklus, mehr als die Fahrzeuge anderer Marken. Das soll auch für die Akkus gelten. Ein zweites Leben, mindestens.

**800 V**
Die neue Ladesäulengeneration ist auf 800-Volt-Technologie ausgelegt. Sie ist aber auch für alle im Markt befindlichen Fahrzeuge mit 400 Volt abwärtskompatibel.

**15 min**
In gut 15 Minuten ist die Batterie des Taycan wieder für die nächsten 400 Kilometer geladen.

**10 Zoll**
Das große Touchdisplay ist so ausgelegt, dass es auch bei Sonnenlicht optimale Lesbarkeit bietet.

**CCS**
Porsche setzt auf das Combined Charging System als Standard in Europa und den USA für Wechselstrom-Laden (AC) und Gleichstrom-Laden (DC). Für Japan und China wird Porsche die lokalen Standards anbieten.

## → Die Situation

Große Distanzen zwischen Ladestationen, uneinheitliche Bezahlmodelle, konkurrierende Steckersysteme, zu schwache Stromnetze – der Versuch, neuen Strom in leere Akkus zu bekommen, gestaltet sich schwierig. Internationale Standards für eine flächendeckende Versorgung mit modernen Ladestationen für Millionen E-Autos? Bislang Fehlanzeige. Grundsätzlich unterscheiden sich

konduktives und induktives Laden. Beim konduktiven Laden erfolgt die Energieübertragung zwischen Fahrzeug und Stromnetz mittels Ladekabel und Stecksystem. Beim induktiven Laden wird die Energie zwischen Fahrzeug und Stromnetz kabellos durch elektromagnetische Induktion übertragen.

Beim konduktiven Laden wird zwischen Wechselstrom-Laden (AC) an der herkömmlichen 400-Volt-Kraftsteckdose mit Ladeleistungen bis maximal 22 kW und Gleichstrom-Laden (DC) mit Leistungen bis zu 350 kW unterschieden. AC-Laden kommt typischerweise zu Hause und am Arbeitsplatz zum Einsatz, DC-Laden beim schnellen Nachladen unterwegs. Für das AC-Laden ist eine fest installierte Wallbox oder ein geeignetes Ladekabel als Verbindung zwischen Steckdose und Fahrzeuge erforderlich. An öffentlichen AC-Ladesäulen genügt ein spezielles Kabel mit CCS-Stecker.

Der zusätzliche Energiebedarf könnte bis 2025 noch relativ überschaubar bleiben. Die durch Elektromobilität bedingte Energienachfrage wird nach Schätzungen je nach Region zunächst nur verhalten zunehmen. Erst bis 2035 soll der Strombedarf deutlich ansteigen. Verantwortlich dafür vor allem: die Entwicklung in China.

## → Die Herausforderungen

Aussteigen, Tankdeckel öffnen, Zapfpistole einstecken, bezahlen – und nach ein paar Minuten weiterfahren: So ist es der Autofahrer gewohnt. Zwar steht die zum Laden von Elektrofahrzeugen notwendige Technik grundsätzlich zur Verfügung, der Aufbau der Ladeinfrastruktur hat europaweit bereits begonnen. Doch ein unkomplizierter und schneller Ladevorgang für E-Fahrzeuge an Autobahnen ebenso wie im urbanen Umfeld erfordert internationale Absprachen und Vereinbarungen – und diese sind keine Selbstverständlichkeit. Die Politik ist gefragt. Denn die heute schon vereinzelt verfügbaren Schnellladesäulen leisten selten mehr als 50 Kilowatt. Erst nach etwa einer Stunde Ladezeit landen ausreichend Elektronen im Akku für die nächste Etappe von 250 Kilometern. Die Fragen lauten: Wie kann man schneller laden? Wie kann man genügend standardisierte Ladepunkte schaffen? Und wie stärkt man schwache Stromnetze?

## → Der Porsche-Weg

Der Aufbau eines flächendeckenden Ladenetzes für Elektroautos wird Jahre dauern. Damit es schneller geht, packt Porsche an: „Schneller Laden funktioniert nur mit einer höheren Ladeleistung, das war von Anfang an klar“, sagt Fabian Grill, der für Porsche den Aufbau der Ladeinfrastruktur begleitet. Eine wichtige Voraussetzung dafür haben seine Kollegen bereits geschaffen: Der Taycan, der erste rein batteriebetriebene Sportwagen von Porsche, arbeitet mit einem 800-Volt-Akku. Um diese technischen Möglichkeiten im öffentlichen Raum nutzen zu können, forciert Porsche den Aufbau einer schnellen Ladeinfrastruktur.

Drei Optionen verfolgt das Unternehmen. Erstens: Laden zu Hause – möglich via Ladesäule oder induktiv über eine Bodenplatte. Zweitens: Laden in Städten, denkbar über die bereits vorhandene

Infrastruktur. Und drittens: Laden entlang großer Hauptverkehrsachsen in Europa. Darum kümmert sich das Joint Venture Ionity. Gemeinsam mit der BMW Group, der Daimler AG, der Ford Motor Company sowie dem Volkswagen Konzern mit Audi stellt Porsche die Weichen für den Aufbau des leistungsstärksten Schnellladenetzes für Elektrofahrzeuge in Europa. Die Errichtung und der Betrieb von insgesamt rund 400 Schnellladeparks bis 2020 sind wichtige Schritte, um Elektromobilität auch auf Langstrecken zu gewährleisten und sie damit im Markt zu etablieren. Jeder Ionity-Schnellladepark wird über mehrere Ladesäulen verfügen. Sie gewähren, dass alle 100 bis 150 Kilometer das Fahrzeug entlang des europäischen Autobahnnetzes aufgeladen werden kann. Steigt die Zahl der Elektrofahrzeuge, wird die Infrastruktur mitwachsen. Dadurch erhalten Kunden bis 2020 marken- und leistungsunabhängig Zugang zu Tausenden von HPC-Ladepunkten (HPC steht für High Power Charging). Die Ladeleistung von bis zu 350 Kilowatt pro Ladepunkt ermöglicht entsprechend ausgelegten Fahrzeugen eine deutlich kürzere Ladezeit im Vergleich zu heute verfügbaren Systemen.

„Einstecken und schnell laden" lautet das Credo. Abgerechnet wird vollautomatisch. Porsche setzt mit der Entwicklungstochter Porsche Engineering auf ein eigenes modulares Konzept für ultraschnelle Ladeparks. Ob einzelne Stationen auf dem Land oder Dutzende von Ladesäulen an Schnellstraßen und Autobahnen: ein intelligentes System, das sich nahezu beliebig skalieren lässt. Das ist wichtig, um Ladeparks effizient und gewinnbringend zu betreiben. Für Porsche-Kunden zählt in erster Linie, dass sie auch dort ihr Fahrzeug schnell laden können, wo keine starken Stromnetze vorhanden sind. Das ist dank zwischengeschalteter Pufferbatterien mit jederzeit genügend Kapazität möglich. Schnell laden heißt konkret: gut 15 Minuten Dauer für 400 Kilometer Reichweite, an jedem Porsche-Ladepunkt. Die Bedienung der Ladesäulen per Touchdisplay ist dabei ähnlich wie die eines Bankautomaten und genauso sicher. Der Aufbau einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur wird auch in den USA und in China vorangetrieben.

Die Lösung von Porsche ist übrigens für jedes Elektrofahrzeug universell einsetzbar. Denn die Regelelektronik erkennt, um welchen Typ es sich handelt und reduziert den Ladestrom, falls das Modell nicht für Schnellladung ausgelegt ist. Mit dieser Infrastruktur wird aus Pioniergeist Selbstverständlichkeit und Reichweitensicherheit.

Noch ist der Taycan Geheimsache. Doch tatsächlich fährt der rein elektrisch angetriebene Sportwagen von Porsche schon heute auf öffentlichen Straßen – auf intensiven Erprobungstouren in extrem warmen oder bitterkalten Regionen der Erde. Eine Station: der westliche Teil Südafrikas. Mehr als 60 Porsche-Entwickler waren dort mit 21 getarnten Prototypen unterwegs – bei Tageshöchsttemperaturen von rund 40 Grad Celsius eine Herausforderung für Mensch und Maschine gleichermaßen. Rund 40.000 Erprobungskilometer kamen so zusammen. Bis der Taycan Ende 2019 auf den Markt kommt, werden es mehrere Millionen Kilometer sein. Schließlich soll der erste E-Sportwagen von Porsche auch bei besonders intensiver Nutzung zuverlässig funktionieren.

Wer dort arbeitet, kennt den Porsche Taycan schon in- und auswendig, bevor der Rest der Welt ihn zum ersten Mal zu sehen bekommt: Der Prototypenbau in Zuffenhausen ist die Geburtsstätte jedes neuen Porsche-Modells. Die 800-Volt-Technologie des ersten rein elektrisch angetriebenen Porsche, sein Batteriesystem, das komplexe Kühlsystem: Was die Entwickler für den Taycan konstruieren,

verwandeln die Spezialisten im streng abgeschirmten Prototypenbau in erste Versuchsfahrzeuge. Zugleich sind sie Vordenker für die Serienfertigung, denn sie erproben und perfektionieren alle notwendigen Montage- und Logistikkonzepte. Außerdem qualifizieren sie Kollegen aus den Montagebereichen, um die Serienproduktion des Taycan optimal vorzubereiten.

## MEDIA ENQUIRIES




**Johannes Winterhagen**

winterhagen@delta-eta.de

**Laurin Paschek**

christophorus@porsche.de

**Frank Giese**

christophorus@porsche.de

**Sebastian Missel**

christophorus@porsche.de

**Christoph Bauer**

christophorus@porsche.de

**Ramon Haindl**

christophorus@porsche.de

## Linksammlung

Link zu diesem Artikel
https://newsroom.porsche.com/de/produkte/porsche-taycan-mission-e-elektromobilitaet-antrieb-batterie-laden-dossier-sportwagen-produktion-christophorus-387-15780.html

Media Package
https://pmdb.porsche.de/newsroomzips/446d234f-8fa5-4270-b75d-0ef792ec09a0.zip

Externe Links
https://christophorus.porsche.com/de

**Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft**
Porscheplatz 1
70435 Stuttgart